

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

COPY

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 663 491

(21) N° d'enregistrement national :

90 07476

(51) Int Cl³ : H 05 B 6/44, 6/10

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 13.06.90.

(71) Demandeur(s) : INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE (en abrégé IRSID) — FR.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 20.12.91 Bulletin 91/51.

(72) Inventeur(s) : Pierret René.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

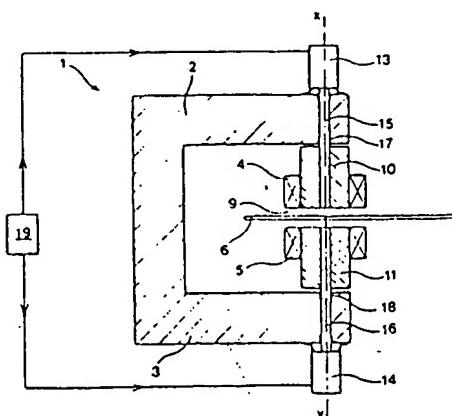
(74) Mandataire :

(54) Inducteur pour le réchauffage localisé de produits métallurgiques.

(57) L'invention a pour objet un inducteur (1) pour le réchauffage localisé d'un produit métallurgique (6) en défilement, du type à culasse magnétique (2, 3) comportant au moins un bobinage (4, 5) et au moins une paire de pôles (10, 11) de polarités opposées montés en regard l'un de l'autre et définissant entre eux un entrefer (9) pour le passage du produit métallurgique (6), caractérisé en ce que du moins un pôle est muni de moyens de pivotement (13, 14) pour le faire tourner autour d'un axe de rotation (X-Y) perpendiculaire ou sensiblement perpendiculaire à la surface du produit métallurgique (6) à réchauffer.

Préférentiellement, les bobinages sont enroulés autour des pôles et les axes de rotation des deux pôles d'une même paire sont colinéaires.

Dans une variante d'exécution, la culasse est formée d'au moins deux branches articulées entre elles et l'inducteur comporte des moyens pour faire varier l'entrefer.



FR 2 663 491 - A1

INDUCTEUR POUR LE RECHAUFFAGE LOCALISE
DE PRODUITS METALLURGIQUES

La présente invention concerne le réchauffage inductif localisé d'un produit métallurgique défilant, tel qu'une brame ou une bande 5 d'acier en cours de laminage ou devant être laminée.

Des dispositifs de réchauffage localisé par induction de produits métallurgiques en défilement ont été décrits dans divers documents, tels que les demandes de brevet français 2583249, 2608347 ou 2590434. Ces dispositifs consistent en des inducteurs 10 électromagnétiques à champ traversant, c'est-à-dire construits de telle manière que la zone du produit à chauffer est située entre les pôles de l'inducteur, lesquels ont une surface active parallèle ou sensiblement parallèle à la face du produit en regard. D'une manière générale, ils comportent une culasse magnétique en forme de "C". Les 15 extrémités du C forment les deux pôles de l'inducteur. Elles portent en général les bobines d'induction. Ces dispositifs connus sont plus particulièrement adaptés au réchauffage des rives d'un produit de grande largeur, tel qu'une brame coulée en continu, ou une bande défilant dans un laminoir ou s'apprêtant à y entrer. Il est ainsi 20 possible de réaliser l'homogénéisation thermique du produit en supprimant l'effet de "bords froids" habituellement constaté. Mais on peut également avoir intérêt à réchauffer d'autres zones du produit que les rives.

Les inducteurs actuellement utilisés ne permettent de réchauffer 25 en fait qu'une zone donnée du produit, en fonction de leur géométrie. Si on désire élargir ou restreindre le volume de produit affecté par le réchauffage, il faut changer d'inducteur et installer un modèle comportant des pôles de dimensions adaptées. Cette opération nécessite l'arrêt de l'installation de coulée ou de laminage, et une correction 30 "sur le vif" momentanée n'est donc pas possible. D'autre part, cette éventualité oblige l'utilisateur à avoir en réserve plusieurs types d'inducteurs correspondant aux divers schémas de réchauffage qu'il doit envisager, ce qui peut constituer un investissement coûteux.

Le but de l'invention est de proposer un modèle d'inducteur 35 capable de réchauffer une portion du produit variable à volonté, y compris pendant la marche de l'installation. Cette portion peut éventuellement couvrir l'intégralité de la section transversale du produit.

A cet effet, l'invention a pour objet un inducteur pour le réchauffage localisé d'un produit métallurgique en défilement, du type à culasse magnétique comportant au moins un bobinage et au moins une paire de pôles de polarités opposées montés en regard l'un de l'autre et définissant entre eux un entrefer pour le passage du produit métallurgique, caractérisé en ce que au moins un pôle est muni de moyens de pivotement pour le faire tourner autour d'un axe de rotation perpendiculaire ou sensiblement perpendiculaire à la surface du produit métallurgique à réchauffer.

10 Préférentiellement, les bobinages sont enroulés autour des pôles et les axes de rotation des deux pôles d'une même paire sont colinéaires.

15 Dans une variante d'exécution, la culasse est formée d'au moins deux branches articulées entre elles et l'inducteur comporte des moyens pour faire varier l'entrefer.

20 Comme on l'aura compris, l'invention permet de faire varier la zone du produit sur laquelle agissent les pôles magnétiques simplement en faisant tourner ceux-ci sur leur axe de rotation. Il est ainsi possible d'effectuer un réchauffage localisé sur une portion plus ou moins importante de la largeur de la brame ou de la bande, voire si on le souhaite, sur la totalité de cette largeur à l'aide d'un ou de plusieurs inducteurs du type décrit.

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faisant référence aux planches de dessins annexées, sur lesquelles :

- la figure 1 représente un type d'inducteur de réchauffage d'un produit métallique de grande largeur selon l'Art Antérieur ;

30 - la figure 2 représente schématiquement un exemple de couple d'inducteurs selon l'invention vu en perspective ;

- la figure 3 représente schématiquement les inducteurs de la figure 2 vus de dessus, dans deux configurations d'utilisation différentes ;

- la figure 4 montre, vu de face et en coupe, un exemple d'inducteur selon l'invention ;

35 - la figure 5 schématise vu de dessus une variante d'exécution d'un inducteur selon l'invention, pouvant réchauffer toute la section transversale du produit métallique.

- la figure 6 schématise, vue de face, une autre variante d'exécution d'un inducteur selon l'invention, permettant de faire varier la valeur de l'entrefer des pôles.

La figure 1 représente un inducteur en "C" selon l'Art
 5 Antérieur d'un type décrit plus précisément dans le brevet français FR
 2583249 au nom de la demanderesse. L'inducteur 1 est constitué d'une
 10 culasse qui, dans l'exemple représenté, est formé de deux branches 2,
 3 articulées autour d'un pivot 8. La culasse est en tôle
 ferromagnétique feuilletée, et sa forme générale est celle d'un "C"
 15 dont les extrémités 13, 14, formant les pôles magnétiques, se font
 face et servent de support pour les enroulements électriques 4 et 5
 placés en vis à vis, formés à partir du même conducteur, bobinés dans
 le même sens et alimentés en courant alternatif sous une fréquence de
 plusieurs centaines de Hz. Ces enroulements créent un champ magnétique
 20 qui parcourt la culasse et traverse l'entrefer 9, c'est-à-dire
 l'espace séparant les deux pôles 13, 14 du C. Un produit
 métallurgique 6, tel qu'une brame ou une bande, défile dans le sens de
 la flèche 7 et traverse l'entrefer 9. La partie de la bande 6 (ici sa
 rive) qui passe dans l'entrefer 9 est ainsi réchauffée par les
 25 courants de Foucault qui s'y développent.

La portion du produit 6 directement affectée par le réchauffage
 dépend donc de la position et de la taille des pôles 13, 14 de
 l'inducteur, autour desquels sont bobinés les enroulements 4, 5. Dans
 l'exemple représenté, l'inducteur n'agit que sur une rive du produit
 25 6. Si on désirait réchauffer une autre zone du produit, en plus de la
 rive, il faudrait alors remplacer l'inducteur 1 par un autre modèle
 d'inducteur qui permettrait de placer l'entrefer 9 de manière à ce
 qu'il soit traversé par la nouvelle zone du produit à chauffer. Un tel
 changement d'inducteur ne pourrait être effectué que pendant un arrêt
 30 de l'installation. Les seules modifications du réchauffage qu'il est
 possible d'effectuer pendant le fonctionnement de l'installation
 concernent la quantité d'énergie apportée au produit, par
 l'intermédiaire du courant parcourant les bobinages 4, 5, et
 éventuellement en modifiant la largeur de l'entrefer 9 grâce à
 35 l'articulation 8. Mais la localisation de cet apport d'énergie ne peut
 être changée.

Sur la figure 2 est représenté un dispositif de réchauffage du
 produit 6 grâce auquel il est possible de réchauffer directement et

simultanément non seulement les rives, mais une grande partie, voire la totalité de la section transversale du produit. L'installation comporte deux inducteurs 1, 1' symétriques l'un de l'autre, dont la culasse comporte deux branches 2, 3 pour 1 et 2', 3' pour 1'. Elles 5 sont représentées fixées rigidement l'une à l'autre, mais elles peuvent éventuellement être articulées l'une par rapport à l'autre comme dans le type d'inducteur selon l'Art antérieur précédemment décrit. Comme dans les inducteurs habituels, les enroulements 4, 4', 5 générant le champ magnétique sont bobinés autour de pôles 10, 10', 11, 10 groupés par paires de part et d'autre du produit à réchauffer, montés sur les branches (respectivement 2, 2', 3) des culasses 1,1'. Mais, selon l'invention, ces pôles ne sont pas intégrés aux culasses. Chacun d'entre eux est articulé sur une branche d'une culasse et peut tourner autour d'un axe. Généralement, les axes de rotation des deux pôles 15 d'une même paire sont colinéaires, selon une direction X-Y, X'-Y' sensiblement perpendiculaire à la surface du produit 6. Les pôles 10, 10', 11 sont également munis de moyens (non représentés sur la figure 2) permettant de les faire pivoter autour des axes X-Y, X'-Y' selon un angle déterminé par l'opérateur. Les dimensions des pôles, les 20 emplacements des points d'intersection des axes X-Y, X'-Y' avec eux et l'action des moyens pour les faire pivoter sont tels qu'ils permettent à l'installation de réchauffage d'avoir à tout instant une configuration symétrique par rapport au produit 6. En particulier, il doit être possible de s'assurer que les enroulements 4 et 5, formés à 25 partir du même conducteur et bobinés dans le même sens sur deux pôles 10 et 11 situés de part et d'autre du produit 6, se font rigoureusement face. Ceci doit garantir que l'apport de chaleur au produit, généré par les inducteurs, peut s'effectuer avec un rendement maximal. Mais, optionnellement, on peut désirer qu'il soit également 30 possible d'imposer des angles de rotation différents aux pôles 10 et 11 pour modifier le couplage des enroulements et agir ainsi sur la quantité de chaleur communiquée au produit 6.

Les figures 3a) et 3b) montrent de façon explicite comment il est possible de modifier, à l'aide du dispositif de la figure 2, 35 la portion du produit 6 directement affectée par le chauffage. La figure 3 montre des pôles 10, 10' (auxquels sont associés leurs symétriques par rapport au produit, non visibles sur la figure) qui présentent une forme oblongue. Les axes X-Y et X'-Y' traversent

les culasses 1, 1' et les pôles 10, 10' de telle manière que lorsque les pôles 10, 10' ont leur orientation générale parallèle à la direction de défilement du produit 6, les zones du produit directement affectées par le chauffage conductif, qui sont hachurées sur la figure, s'étendent à partir de chaque rive du produit, et sur une largeur donnée qui est fonction de la largeur des inducteurs. En faisant pivoter les pôles 10, 10' et leurs symétriques autour des axes X-Y, X'-Y' de manière à rapprocher leurs extrémités 12, 12', il est possible d'élargir les zones du produit 6 directement affectées par le réchauffage, car ainsi les pôles encadrent une plus grande portion de la section transversale du produit. Si les dimensions des pôles sont adaptées à cet effet, on peut arriver au cas de la figure 3 b) où la totalité de la section transversale du produit est traversée par le champ magnétique issu de l'un ou de l'autre couple de pôles, les extrémités 12 et 12' des pôles (et celles de leurs symétriques) étant placées au voisinage immédiat l'une de l'autre.

Si la rotation des deux pôles 10, 11 appartenant à un même couple s'effectue de façon symétrique par rapport au produit, leur couplage n'est pas modifié et globalement, l'apport de chaleur au produit 6 est indépendant de l'orientation générale du couple de pôles 10, 11. Toutefois, il est bien évident que lorsque l'apport de chaleur est concentré sur les rives (cas de la figure 3a)), celles-ci se réchauffent davantage que lorsque l'apport de chaleur est réparti sur une plus grande partie du produit (cas de la figure 3b)). Dans ces conditions, si après une modification de l'orientation des pôles, on souhaite conserver la température en rives obtenue avec l'orientation précédente, il faut alors modifier également les paramètres du courant qui parcourt les bobines. Si on a élargi la zone d'influence des bobines, il faut alors augmenter l'apport global de chaleur au produit, par exemple en augmentant l'intensité du courant ou en améliorant le couplage des inducteurs par réduction de leur entrefer. Si au contraire la zone d'influence des bobines a été restreinte, il faut diminuer l'apport global de chaleur, par exemple en diminuant l'intensité du courant ou en élargissant l'entrefer des inducteurs.

La figure 4 détaille davantage l'inducteur 1 qui est représenté en coupe. Dans l'exemple représenté, les moyens pour faire tourner les pôles 10 et 11 autour de leur axe commun X-Y sont constitués par des moteurs 13, 14 de type connu, dont la constitution n'est pas détaillée

sur la figure. Ces moteurs peuvent faire effectuer une rotation selon un angle déterminé par l'opérateur dans l'un ou l'autre sens à un pivot 15, 16 orienté selon l'axe X-Y. Ce pivot traverse la branche 2, 5 3 de la culasse 1, à l'intérieur de laquelle sa rotation est facilitée par des roulements 17, 18. Chacun des pivots 15, 16 est solidaire d'un pôle 10, 11 et commande donc la rotation de ce pôle. Les moteurs 13 et 14 sont reliés à une unité de commande 19 qui permet de les actionner, ceci en maintenant si on le désire les pôles 10 et 11 en face l'un de 10 l'autre : à une rotation du pôle 10 selon un angle de valeur θ doit pouvoir correspondre une rotation du pôle 11 selon ce même angle θ .

Une variante d'exécution, représentée sur la figure 5, consiste à utiliser non plus deux couples de pôles mais trois.

La branche 2 de la culasse 1 surplombe toute la largeur du produit 6 en défilement, et supporte, de la même manière que dans les configurations précédentes, 15 les trois pôles 20, 21 et 22. L'inducteur comprend également, de l'autre côté du produit 6 et donc invisible sur la figure, une autre branche munie d'autres pôles, symétriques des précédents. Les deux branches de la culasse peuvent être reliées à leurs deux extrémités ou à une seule d'entre elles, ou être totalement indépendantes l'une de 20 l'autre, cette dernière solution ne permettant cependant pas d'assurer un couplage optimal des inducteurs. Les pôles latéraux 20 et 21 coopèrent avec leurs symétriques pour réchauffer principalement les rives du produit 6, alors que le pôle central 22 et son symétrique 25 réchauffent la région centrale du produit, sur une largeur variable en fonction de l'angle θ que fait l'orientation générale des pôles avec la direction de défilement du produit. En jouant sur les orientations respectives des couples de pôles, il est, ici encore, possible de réchauffer directement l'ensemble de la section transversale du produit. L'avantage de cette configuration est qu'elle rend possible 30 un apport calorifique au produit non homogène sur toute sa largeur. En effet, comme les enroulements entourant le pôle central et son symétrique sont indépendants de ceux entourant les deux paires de pôles latéraux (qui sont eux-mêmes indépendants l'un de l'autre), il 35 est possible de réaliser un apport calorifique au produit différencié en rives et au centre, par exemple de réchauffer fortement les rives et faiblement le centre. Dans le même esprit, on peut utiliser un nombre de paires de pôles encore supérieur pour différencier de façon encore plus fine le réchauffage des diverses zones du produit.

Les possibilités de réglage de l'installation peuvent être complétées si on se donne en plus la possibilité de régler l'entrefer des pôles. A cet effet, les différentes parties de la culasse d'un inducteur peuvent être articulées l'une à l'autre en un point, comme 5 dans l'inducteur objet du brevet FR 2583249 représenté sur la figure 1. Toutefois, avec une articulation aussi simple, un rapprochement ou un éloignement des pôles par rapport à leur position nominale a pour effet que les bobinages ne se font plus rigoureusement face, ce qui détériore le couplage, et ainsi le rendement de l'inducteur. Mais il 10 est également possible de prévoir une articulation de la culasse en trois points, comme dans l'inducteur objet du brevet FR 2608347. Les enseignements de ces brevets sont incorporés par référence à la présente demande. L'avantage de l'articulation de la culasse en trois points par rapport à l'articulation en un point est qu'elle peut 15 permettre aux deux branches de la culasse portant les pôles de rester parallèles quelle que soit la valeur que l'on donne à l'entrefer. En conséquence, les enroulements des pôles situés de part et d'autre du produit à réchauffer peuvent demeurer parfaitement alignés, et le rendement de l'inducteur peut être maintenu à une valeur optimale. 20 C'est cette configuration qui est schématisée sur la figure 6, qui montre un inducteur 1 formé de deux branches 2, 3 portant chacune deux pôles 10, 10', 11, 11'' pouvant tourner autour d'un axe commun X-Y pour les pôles 10 et 11, X''-Y'' pour les pôles 10'' et 11'' grâce à des moteurs 13, 13'', 14, 14''. Ces pôles portent chacun un enroulement 4, 25 4'', 5, 5'', 4 et 5 d'une part et 4'' et 5'' d'autre part étant formés à partir du même conducteur et bobinés dans le même sens. La culasse comporte également deux biellettes 23, 24 articulées l'une sur l'autre autour d'un pivot 25. La biellette 23 est articulée sur la branche 2 autour d'un pivot 26, et la biellette 24 est articulée sur la branche 30 3 autour d'un pivot 27. Les branches 2 et 3 sont également reliées par l'intermédiaire d'un vérin 28. Pour plus de détails sur ces articulations et sur les autres moyens non représentés permettant d'actionner et de maintenir dans la position choisie les diverses branches de la culasse, on se reporterà au brevet FR 2608347. déjà 35 cité. Grâce à ces articulations, il est possible de faire varier l'entrefer "e" des diverses paires de pôles tout en maintenant ceux-ci rigoureusement alignés deux à deux sur les axes X-Y et X''-Y''. On peut également imaginer par exemple, en prévoyant d'autres articulations

sur les branches 2, 3, d'imposer un entrefer différent pour chaque couple de pôles 10, 11 et 10", 11".

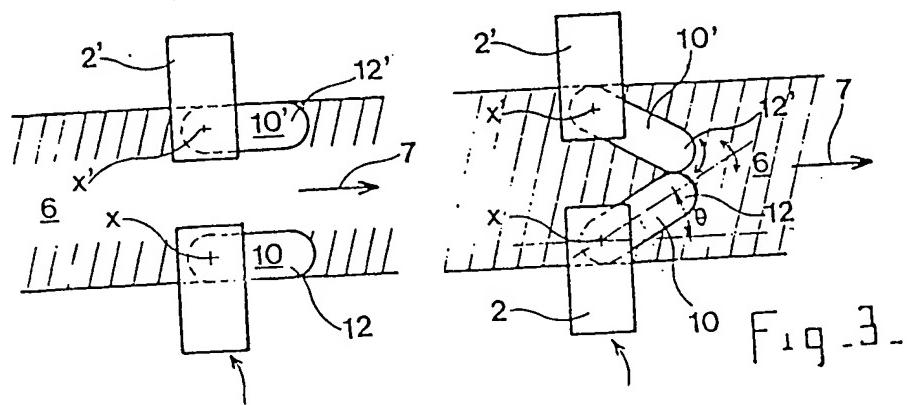
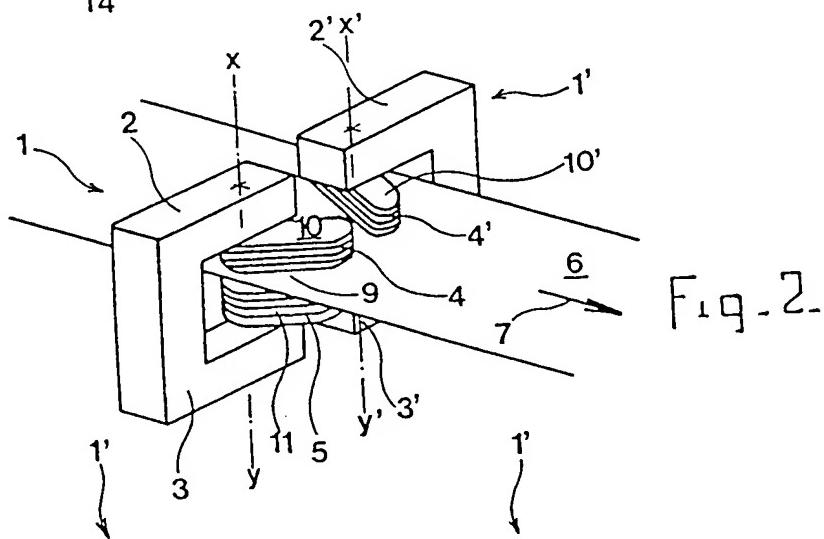
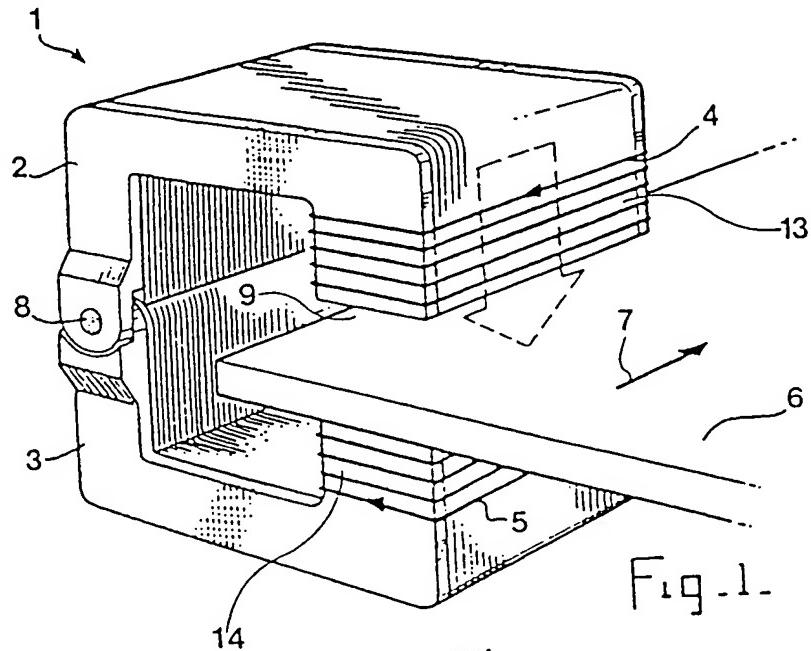
En variante des configurations précédemment décrites, les enroulements peuvent être bobinés non pas autour des pôles, mais 5 autour de portions fixes de la culasse. Une telle solution peut simplifier la construction des inducteurs, en ce que les circuits électriques peuvent être complètement fixes et rigides. Mais elle diminue le rendement puisqu'elle conduit à éloigner les uns des autres les enroulements qui, dans les configurations représentées se font 10 face et sont aussi proches que possible les uns de autres.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés. On peut imaginer de combiner les caractéristiques de plusieurs des variantes d'exécution décrites. De même, la forme des pôles peut être quelconque, et n'est pas limitée à une forme ovale, ou 15 même à une forme allongée. Toutefois, s'ils ont une forme cylindrique, leur axe de rotation doit être, bien entendu, décalé par rapport à leur axe de symétrie pour que leur rotation permette de modifier la surface affectée par le réchauffement.

REVENDICATIONS

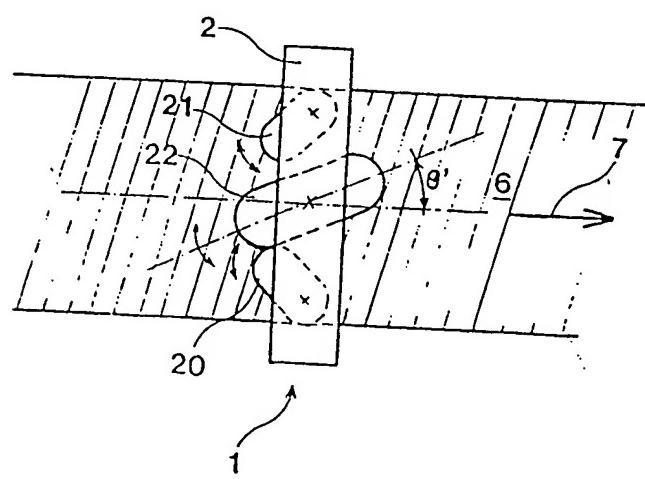
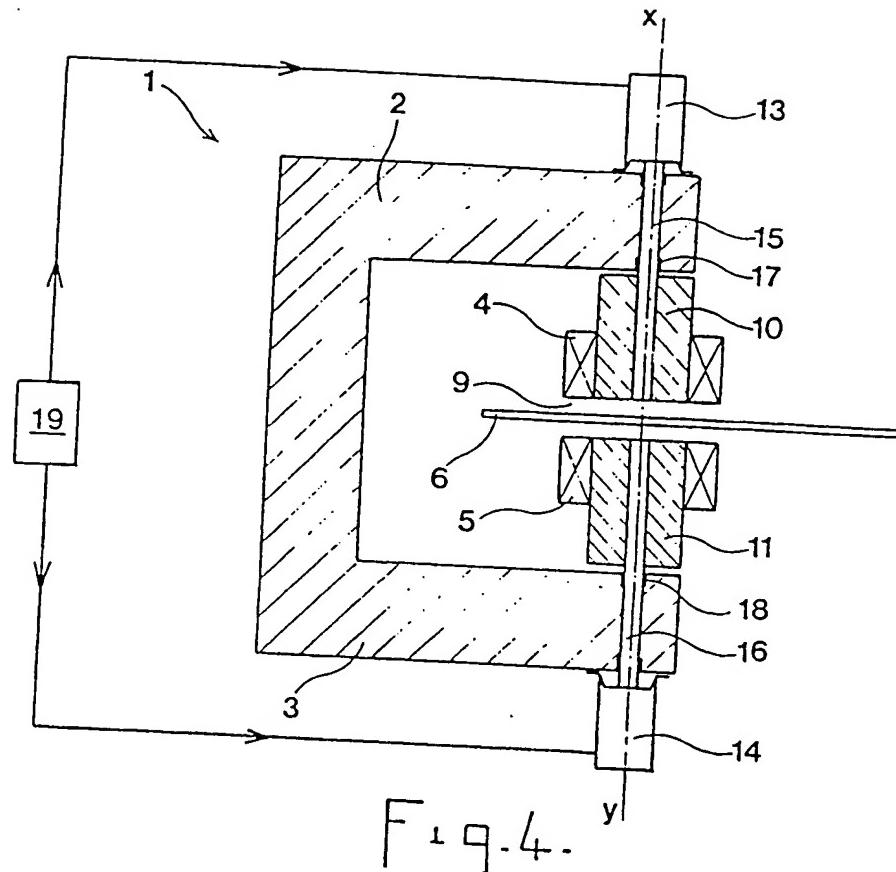
- 1) Inducteur pour le réchauffage localisé d'un produit métallurgique (6) en défilement, du type à culasse magnétique comportant au moins un bobinage (4,4',4",5,5',5") et au moins une paire de pôles (10,10',10",11,11',11",20,21,22) de polarités opposées montés en regard l'un de l'autre et définissant entre eux un entrefer (9) pour le passage du produit métallurgique (6), caractérisé en ce que au moins un pôle est muni de moyens de pivotement pour le faire tourner autour d'un axe de rotation (X-Y,X'-Y',X"-Y") perpendiculaire ou sensiblement perpendiculaire à la surface du produit métallurgique (6) à réchauffer.
- 5 2) Inducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bobinages (4,4',4",5,5',5") sont enroulés autour des pôles (10,10',10",11,11',11",20,21,22).
- 10 3) Inducteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les axes de rotation (X-Y,X'-Y'-X"-Y") des deux pôles d'une même paire sont colinéaires.
- 15 4) Inducteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moynes de pivotement pour faire tourner les pôles (10,10',10",11,11',11",20,21,22) sont constitués par des moteurs (13,13",14,14"), chacun desdits moteurs étant associé à un pôle.
- 20 5) Inducteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la culasse est formée d'au moins deux branches (2,2',3,3') articulées entre elles et en ce qu'il comporte des moyens (28) pour faire varier l'entrefer (9).
- 25

1/3



2663491

2/3



2663491

3/3

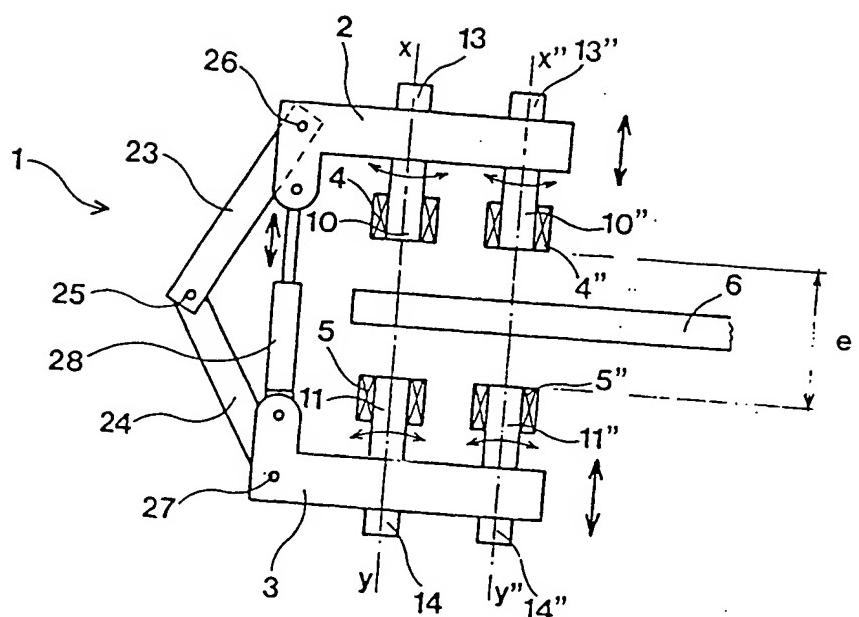


Fig-6-

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2663491

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
nationalFR 9007476
FA 443063

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR-A-2473244 (CEM COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE) * page 7, ligne 1 - page 8, ligne 14; figures 3-7 *	1-3
A	GB-A-2144609 (DAVY MCKEE LIMITED) * page 1, ligne 85 - page 2, ligne 32; figures 1-3 *	1, 4
A	EP-A-150793 (CEM COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE) * page 11, ligne 30 - page 12, ligne 22; figure 16 *	1, 4, 5
A	DE-C-767236 (DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE A.G.) * page 1, ligne 27 - page 2, ligne 56; figure *	1
A	FR-A-1202900 (PENN INDUCTION CORPORATION)	
A	US-A-2448009 (ROBERT M. BAKER)	
A	US-A-3444346 (ROBERT J. RUSSELL ET AL.)	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL.S)
		H05B
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
13 MARS 1991		RAUSCH R.G.
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgarion non écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		